

**ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ TRONG QUÁ TRÌNH
SẤY ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT VỎ QUẢ THANH
LONG RUỘT ĐỎ (*Hylocereus polyrhizus*)
THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE QUALITY
OF RED DRAGON FRUIT PEEL (*Hylocereus polyrhizus*)
POWDER IN THE DRYING PROCESS**

TRẦN TIÊU YẾN^{1a}, TRẦN HỒNG QUÂN¹,
HUỖNH THỊ HỒNG NHUNG¹, GIÁP PHẠM NGỌC TRÂM¹

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

^aTác giả liên hệ: yentt@vlute.edu.vn

Nhận bài (Received): 24/3/2023; Phản biện (Reviewed): 02/4/2023; Chấp nhận (Accepted): 08/5/2023

TÓM TẮT

Mục tiêu nghiên cứu này nhằm khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ. Chất lượng bột được khảo sát thông qua các yếu tố như thành phần dinh dưỡng cơ bản và nhiệt độ của quá trình sấy (50, 55, 60 và 65°C) vỏ quả thanh long ruột đỏ. Kết quả cho thấy vỏ quả thanh long ruột đỏ có các thành phần như flavonoid (6,84 mg QE/g), polyphenol (0,29 mg GAE/g), betacyanin (23,59 mg/100g) và DPPH (7,42%). Giá trị nhiệt độ tối ưu cho quá trình sấy vỏ quả thanh long ruột đỏ là 55°C trong thời gian 8 giờ, bột vỏ quả thanh long ruột đỏ giữ được màu sắc cũng như hàm lượng dinh dưỡng và khả năng khử gốc tự do DPPH là tốt nhất. Trong đó hàm lượng betacyanin (181,02 mg/100g), polyphenol (0,31 mg GAE/g), flavonoid (52,56 mg QE/g) và DPPH (46,69%).

Từ khóa: Betacyanin, nhiệt độ sấy, hoạt tính chống oxy hóa, dinh dưỡng, vỏ quả thanh long ruột đỏ.

ABSTRACT

The aim of this research is to survey the effect of drying temperature on the quality of powder from red dragon fruit peel. Powder quality was investigated through factors such as basic nutritional composition and drying temperature (50, 55, 60 and 65°C) of red dragon fruit skin. The results show that red dragon fruit peel has high nutritional value such as flavonoids (6.84 mg QE/g), polyphenols (0.29 mg GAE/g), betacyanin (23.59 mg/100g) and DPPH (7.42%). The optimal temperature value for the drying process of the red dragon fruit peel was 55°C in 8 hours, the color as well as the nutritional content of the powder from red dragon fruit peel was retained and the ability to eliminate free radicals DPPH was the best, including betacyanin (181.02 mg/100g), polyphenol (0.31 mg GAE/g), flavonoid (52.56 mg QE/g) and DPPH (46.69%).

Keywords: Betacyanin, drying temperature, antioxidant activity, nutrition, red dragon fruit peel.

1. GIỚI THIỆU

Quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) giàu giá trị dinh dưỡng, vitamin và chất khoáng như: protein, xơ, carbohydrate, vitamin B₁, B₂, B₃ và vitamin C (Choo *et al.*, 2011). Thêm vào đó, đa dạng các thành phần hợp chất có hoạt tính sinh học như betalainin, flavonoid, polyphenol và carotenoid cũng có trong thịt quả. Quả thanh long ruột đỏ có thể được ăn tươi hoặc được chế biến thành nhiều loại sản phẩm như nước quả, rượu vang, mứt đông hoặc bánh mì (Jalgaonkar *et al.*, 2022). Tuy nhiên, việc tiêu thụ quả thanh long ruột đỏ ở dạng tươi hay dạng đã qua chế biến sẽ tạo ra một lượng lớn vỏ quả thanh long ruột đỏ. Do đó, lượng chất thải này có thể tác động tiêu cực đến môi trường. Tuy nhiên, màu đỏ trong vỏ quả thanh long ruột đỏ đã được ghi nhận là một nguồn betacyanin tốt, một loại betalain với nhiều hoạt tính sinh học. Vỏ quả thanh long ruột đỏ chủ yếu bao gồm các thành phần như pectin (10,79%), sắc tố betacyanin (150,46 mg/100g) và 69,30% chất xơ (Dhiman *et al.*, 2020). Bột vỏ quả thanh long ruột đỏ là nguồn nguyên liệu cần được nghiên cứu để bổ sung vào các sản phẩm bánh truyền thống. Do bột vỏ quả thanh long ruột đỏ giàu các chất dinh dưỡng như chất xơ, vitamin C, khoáng chất và được đánh giá cao về đặc tính chống oxy hóa (Tze *et al.*, 2012). Vỏ quả thanh long ruột đỏ được ứng dụng trong nhiều sản phẩm thực phẩm khác nhau như sản phẩm mì sợi bổ sung bột vỏ quả thanh long ruột đỏ (Shiau *et al.*, 2020), chất tạo màu tự nhiên từ vỏ thanh long ruột đỏ chứa hàm lượng betacyanin cao (Pachamon Pichayajittipong *et al.*, 2014). Phương pháp sấy là phương pháp bảo quản thực phẩm phổ biến nhất và được sử dụng để hạn chế các biến đổi sau thu hoạch. Phương pháp

sấy đối lưu bằng không khí nóng được sử dụng là phương pháp được ứng dụng phổ biến. Nguyên liệu được tiếp xúc trực tiếp với không khí nóng trong buồng sấy, một phần ẩm trong nguyên liệu được bốc hơi. Như vậy mẫu nguyên liệu cần sấy sẽ được cấp nhiệt theo nguyên tắc đối lưu. Tuy nhiên các hợp chất có hoạt tính sinh học có tính nhạy cảm với ánh sáng và dễ bị thay đổi hoặc phân hủy bởi điều kiện môi trường, nhất là sự gia tăng nhiệt độ, vì thế cần tìm ra nhiệt độ sấy phù hợp đảm bảo chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ. Chính vì vậy, đề tài “Ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*)” được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ và đa dạng hóa các sản phẩm từ quả thanh long ruột đỏ nhằm tận dụng được nguồn phụ phẩm từ quá trình chế biến thanh long ruột đỏ và góp phần nâng cao giá trị kinh tế cho loại nông sản này.

2. NỘI DUNG

2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên liệu: Thanh long ruột đỏ: Công ty TNHH MTV Thương mại Sài Gòn - Vĩnh Long.

Ở giai đoạn chín, vỏ quả thanh long chuyển từ màu xanh sang màu đỏ hoặc hồng hồng sau 25 đến 27 ngày đậu trái. Bốn hoặc năm ngày sau, thanh long đạt màu sắc tối đa, nhưng tốt hơn là nên trì hoãn thu hoạch (khoảng 50 ngày sau khi đậu trái) để có nhiều vị ngọt và tăng kích thước. Thông thường, tỷ lệ 40:1 của hàm lượng chất rắn hòa tan (SSC) với hàm lượng acid tổng số (TA) được khuyến nghị là tối ưu chỉ số thu hoạch (Zee *et al.*, 2004).

Hóa chất: NaOH (Việt Nam), HCl (Việt Nam), Iot (Trung Quốc), Methanol (Đức), Folin – ciocalteu (Đức), Na_2CO_3 (Trung Quốc), Acid gallic (Trung Quốc), CH_3COONa (Trung Quốc), Ethanol (Trung Quốc), Acid citric (Trung Quốc), Na_3PO_4 (Trung Quốc) và DPPH (Trung Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nội dung nghiên cứu:

- *Thí nghiệm 1: Phân tích các thành phần dinh dưỡng cơ bản và hoạt tính chống oxy hóa của vỏ quả thanh long ruột đỏ*

+ Xử lý sơ bộ nguyên liệu: 5 kg quả thanh long ruột đỏ rửa sạch dưới vòi nước, gọt bỏ lớp vỏ mỏng bên ngoài (khối lượng vỏ quả thanh long ruột đỏ thu được khoảng 0,5 kg). Xay nhuyễn vỏ quả sau khi gọt và phân tích các chỉ tiêu, thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại.

+ Các chỉ tiêu phân tích: Hàm lượng ẩm (%); Hàm lượng acid ascorbic (%); Hàm lượng acid tổng số (%); Hàm lượng betacyanin tổng số (mg/100g); Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g) và flavonoid (mg QE/g); Hoạt tính chống oxy hóa được thể hiện bằng khả năng khử gốc tự do DPPH (%).

- *Thí nghiệm 2: Khảo sát sự ảnh hưởng của các mức nhiệt độ sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ*

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện với 1 nhân tố và 3 lần lặp lại.

+ Nhân tố A: Nhiệt độ sấy: A_1 : 50°C; A_2 : 55°C; A_3 : 60°C; A_4 : 65°C.

+ Thời gian sấy: Vỏ quả thanh long ruột đỏ được sấy đến độ ẩm cân bằng. Trong đó, nhiệt độ sấy ở các mức nhiệt độ 50, 55, 60 và 65°C lần lượt là: 12 giờ, 8 giờ, 7 giờ và 5 giờ.

+ Xử lý sơ bộ nguyên liệu: 10 kg quả thanh long ruột đỏ rửa sạch, gọt bỏ lớp

vỏ mỏng bên ngoài (khối lượng vỏ quả thanh long ruột đỏ thu được khoảng 1 kg). Vỏ được cắt thành 3x3 cm² và sau đó sấy khô bằng máy sấy đối lưu thực phẩm 16 khay ở các nhiệt độ 50°C, 55°C, 60°C và 65°C đến độ ẩm cân bằng. Vỏ quả thanh long ruột đỏ sau khi sấy khô được nghiền mịn bằng máy xay khô đa năng Yamafuji (DE-300) trong 5 phút, thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại.

+ Các chỉ tiêu phân tích gồm: Khả năng tái hút ẩm; Hàm lượng ẩm (%); Hàm lượng acid ascorbic (%); Hàm lượng acid tổng số (%); Hàm lượng betacyanin tổng số (mg/100g); Màu sắc (L^* , a^* và b^*); Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g) và flavonoid (mg QE/g); Độ hoạt động nước (a_w); Hoạt tính chống oxy hóa thể hiện bằng khả năng khử gốc tự do DPPH (%).

Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

- Sử dụng phần mềm Excel để vẽ đồ thị, tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (STD).

- Xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS (IBM SPSS Statistics 20). Số liệu trung bình được so sánh bằng phép thử Duncan để đánh giá sự khác biệt của các thông số ở mức ý nghĩa 95%.

Phương pháp phân tích:

- Hàm lượng ẩm (%) được xác định theo phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105°C (AOAC, 1999).

- Hàm lượng acid ascorbic (%) được xác định theo phương pháp của Choo và Yong (2011) sử dụng iod làm chất chỉ thị.

- Hàm lượng acid tổng số (%) được xác định theo phương pháp chuẩn của Freitas và Mitcham (2013), sử dụng alkali blue 6B 0,1% làm chất chỉ thị.

- Hàm lượng betacyanins (mg/100g)

xác định theo phương pháp của Wong và Siow (2015).

- Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g) và flavonoid tổng số (mg QE/g) được phân tích theo phương pháp của Salleh *et al.*, (2015).

- Màu sắc sử dụng máy so màu MINISCAN EZ 4500S để lấy giá trị L^* , a^* và b^* .

- Hoạt tính chống oxy hóa được thể hiện bằng khả năng khử gốc tự do DPPH (%) sử dụng phương pháp của Elmastas *et al.*, (2007).

- Xác định hoạt độ nước (a_w) sử dụng thiết bị phân tích hoạt độ nước cầm tay Rotronic HP23-AW-SET-40.

- Khả năng trương nở: Được thực hiện theo phương pháp do Anderson và Griffin (1969) [23].

2.3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

2.3.1. Thành phần dinh dưỡng cơ bản và hoạt tính chống oxy hóa của vỏ quả thanh long ruột đỏ

Bảng 1. Hàm lượng các chất dinh dưỡng và khả năng chống oxy hóa của vỏ quả thanh long ruột đỏ

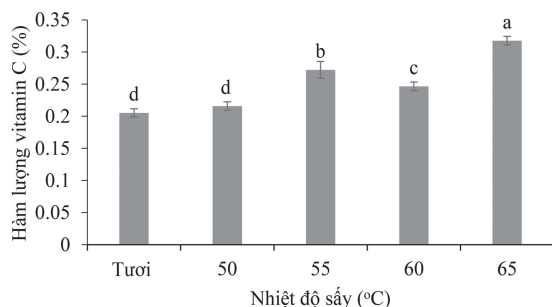
Chỉ tiêu phân tích	Kết quả phân tích
Âm (%)	15,56±2,87
Betacyanin (mg/100g)	23,59±1,6
Acid ascorbic (%)	0,21±0,006
Acid tổng số (%)	2,64±0,04
Polyphenol tổng số (mg QAE/g)	0,29±0,01
Flavonoid (mg QE/g)	6,84±2,97
DPPH (%)	7,42±1,83

Theo kết quả ở Bảng 1 cho thấy, hàm lượng betacyanin, acid tổng số và hàm lượng ẩm trong vỏ quả thanh long ruột đỏ tương ứng là 23,59 mg/100g; 15,56% và 2,64%. Ngoài ra, hàm lượng các thành phần khác như: flavonoid, polyphenol và acid ascorbic có trong vỏ quả thanh long ruột đỏ là 6,84 mg QE/g; 0,29 mg QAE/g và 0,21%. Hàm lượng flavonoid cao hơn đáng kể so với hàm lượng polyphenol tổng số kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Youssef *et al.*, (2014) trên lá rau sam tươi có hàm lượng polyphenol tổng số (14,59 mg GAE/100 g) và flavonoid (50,87 mg QE/100 g) tính theo trọng lượng khô. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Chen *et al.*, (2011) hàm lượng polyphenol tổng số và flavonoid trong vỏ cam quýt tươi lần lượt là 39,45±1,00 mg GAE/g và 12,95±2,18 mg QE/g. Vì vậy, về mặt lý thuyết, đúng là trong quá trình định lượng polyphenol tổng số và flavonoid giá trị của polyphenol tổng số phải cao hơn flavonoid. Nhưng trên thực tế, hàm lượng polyphenol tổng số và flavonoid thay đổi phụ thuộc vào chất chuẩn để xác định hàm lượng polyphenol tổng số và flavonoid, sự xuất hiện của các hợp chất khác trong mẫu, dung môi chiết,... Polyphenol tổng số và flavonoid là những thành phần quyết định hoạt tính sinh học, đặc biệt là hoạt tính chống oxy hóa. Do đó, khả năng chống oxy hóa của vỏ quả thanh long ruột đỏ khá cao, thể hiện qua hoạt tính khử gốc tự do DPPH là 7,42%.

2.3.2. Ảnh hưởng của các mức nhiệt độ sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

2.3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng vitamin C trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Kết quả phân tích ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng vitamin C được thể hiện ở Hình 1.

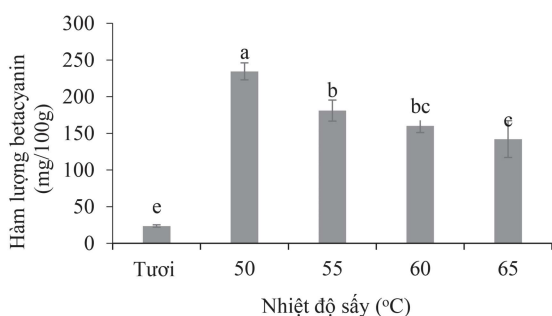


Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng vitamin C của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng vitamin C có xu hướng tăng lên khi tăng nhiệt độ sấy. Cụ thể ở nhiệt độ sấy 55°C hàm lượng vitamin C trong bột đạt 0,27% sau khi tăng nhiệt độ sấy lên 65°C thì hàm lượng vitamin C đạt cao nhất là 0,32% và cao hơn so với mẫu vỏ tươi (0,21%). Hàm lượng vitamin C có sự khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Hàm lượng vitamin C tăng do bột vỏ quả thanh long ruột đỏ sấy đến độ ẩm cân bằng do đó khi tăng nhiệt độ sấy dẫn đến thời gian sấy được rút ngắn làm hạn chế sự tiếp xúc giữa nguyên liệu và oxy không khí. Đây là nhân tố chủ yếu dẫn đến sự oxy hóa và phân hủy vitamin C.

2.3.2.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng betacyanin trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

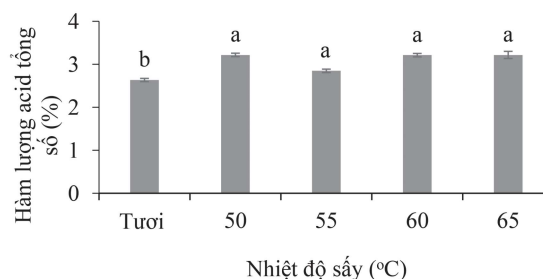


Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng betacyanin trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng betacyanin tổng số của các mẫu vỏ tươi và mẫu sấy đạt 2,64 mg/100g và 2,85÷3,21 mg/100g chất khô. Hàm lượng betacyanin trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ có xu hướng giảm khi tăng nhiệt độ sấy, cụ thể được thể hiện qua Hình 2. Nhiệt độ càng cao thì hàm lượng betacyanin thu được càng thấp. Cụ thể ở nhiệt độ sấy 50°C hàm lượng betacyanin đạt 234,42 mg/100g cao nhất và ở nhiệt độ sấy 65°C hàm lượng betacyanin đạt thấp nhất giảm xuống 142,07 mg/100g, hàm lượng betacyanin giữa các mẫu có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ 95%. Các nghiên cứu cho thấy chất màu betacyanin có trong quả thanh long ruột đỏ rất nhạy cảm với nhiệt độ cao đặc biệt là trong quá trình thanh trùng hoặc sấy sẽ thúc đẩy sự mất mát đáng kể hàm lượng chất màu này (Mahayothee *et al.*, 2018). Chính vì vậy mà hợp chất màu betacyanin rất dễ bị mất khi sấy ở nhiệt độ càng cao, làm thất thoát lượng lớn chất màu betacyanin và khả năng bảo quản màu theo thời gian không dài.

2.3.2.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng acid tổng số trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng acid tổng số trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

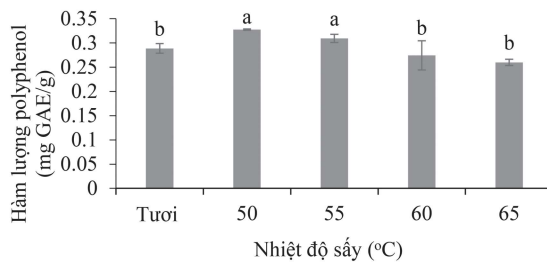
(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Kết quả Hình 3 cho thấy, hàm lượng acid tổng số trong vỏ quả thanh long ruột đỏ tương đối cao (2,61%). Hàm lượng acid

tổng số ở các nhiệt độ sấy dao động trong khoảng 2,85% đến 3,22% và không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Vì vậy nhiệt độ sấy không ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng acid tổng số trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ.

2.3.2.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Hình 4 thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol trong bột vỏ quả thanh long ruột đỏ.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

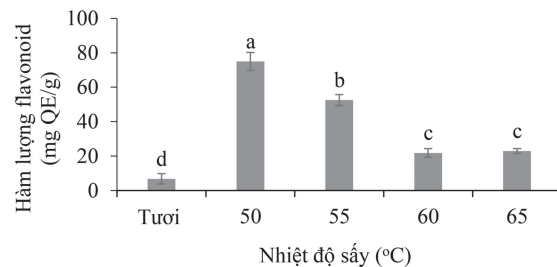
(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Hàm lượng polyphenol tổng số trong mẫu vỏ tươi (0,29 mg GAE/g) cao hơn so với mẫu sấy đối lưu ở các nhiệt độ 60 và 65°C. Cụ thể hàm lượng polyphenol tổng số trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ giảm dần từ 0,33 xuống 0,26 mg GAE/g khi tăng nhiệt độ sấy từ 50÷65°C. Mẫu bột sấy ở nhiệt 50°C có hàm lượng polyphenol cao nhất đạt 0,34 mg GAE/g cao hơn mẫu sấy ở nhiệt độ 60°C và 65°C lần lượt là 0,29 và 0,26 mg GAE/g. Tuy nhiên, mẫu sấy ở nhiệt độ 55°C có hàm lượng polyphenol không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 95% so với mẫu sấy 50°C ($p > 0,05$). Điều này cho thấy rằng, các hợp chất phenolic bị phân hủy bởi nhiệt độ trong suốt quá trình sấy do polyphenol là một hợp chất nhạy cảm với nhiệt, ánh sáng và cả tác động từ môi trường trong suốt quá trình sấy đối lưu, sự

tiếp xúc liên tục làm giảm một hàm lượng lớn polyphenol (Yap *et al.*, 2020).

Tương tự ở nhiệt độ 55°C, hàm lượng polyphenol của mẫu bột vỏ quả thanh long ruột đỏ cũng cao hơn so với nhiệt độ 60°C và 65°C, vì vậy ở hai nhiệt độ này giá trị của bột thanh long không đảm bảo. Khi so sánh giữa hai mẫu bột ở 50°C và 55°C thì hàm lượng polyphenol ở nhiệt độ 50°C là 0,33 mg GAE/g cao nhất nhưng ở mẫu bột này hàm lượng vitamin C, khả năng chống oxy hóa khá thấp. Do vậy, ở nhiệt độ sấy 55°C có thể cung cấp các hợp chất phenolic tốt cho sản phẩm.

2.3.2.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng flavonoid trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng flavonoid trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

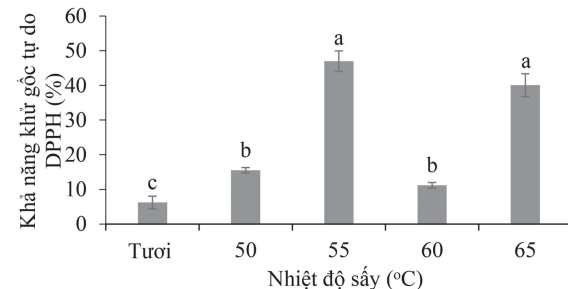
Hàm lượng flavonoid trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ giảm dần từ 61,65 mg QE/g xuống 21,98 mg QE/g khi tăng nhiệt độ sấy từ 50÷65°C và cao hơn so với mẫu vỏ tươi là 6,84 mg QE/g. Mẫu bột sấy ở nhiệt 50°C có hàm lượng flavonoid cao nhất đạt 61,65 mg QE/g cao hơn mẫu sấy ở nhiệt độ 55°C là 52,56 mg QE/g. Khi tăng nhiệt độ sấy từ 60÷65°C hàm lượng flavonoid giảm xuống thấp nhất còn 21,98 mg QE/g. Mẫu sấy ở nhiệt độ 60°C có hàm lượng polyphenol không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 95% so với mẫu sấy 65°C ($p > 0,05$). Kết quả

này cho thấy khi tăng nhiệt độ đã không làm tăng hàm lượng flavonoid trong sản phẩm mà còn giảm xuống là bởi vì dưới tác động của nhiệt độ thời gian dài sẽ làm một phần flavonoid tổng số có trong dịch trích đã bị phá hủy. Do các hợp chất chống oxy hóa nhạy cảm với nhiệt, nên quá trình sấy sẽ ảnh hưởng đến các đặc tính chống oxy hóa của sản phẩm (Devic *et al.*, 2010). Kết quả này tương tự như nghiên cứu đã công bố trước đây của Carme Garau *et al.*, 2007, trên quả cam (*Citrus aurantiumv. Canoneta*); Quang Vinh Nguyen và Hoang Van Chuyen, 2020 khi sấy đài hoa búp dấm. Qua đó có thể kết luận rằng ở nhiệt độ 55°C là giữ được hàm lượng flavonoid cao nhất trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ trong thời gian dài.

2.3.2.6 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng khử gốc tự do DPPH trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Khả năng khử gốc tự do DPPH trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy được thể hiện ở Hình 6. Kết quả cho thấy hoạt tính chống oxy hóa trong bột vỏ quả thanh long ruột đỏ được sấy ở nhiệt 55°C đạt 46,70% cao hơn đáng kể so với mẫu bột sấy ở nhiệt độ 50°C (15,52%) và 60°C (11,50%) và không khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu bột sấy ở nhiệt độ 65°C (40,06%). Ở nhiệt độ sấy quá thấp hay quá cao đều làm giảm khả năng khử gốc tự do DPPH của bột từ vỏ

quả thanh long ruột đỏ. Điều này là do ở nhiệt độ sấy thấp, thời gian kéo dài nên khả năng tiếp xúc giữa nguyên liệu và không khí lâu làm oxy hóa các chất có bột từ vỏ quả thanh long ruột đỏ. Ngoài ra, mối liên quan giữa hoạt tính chống oxy hóa thể hiện qua khả năng khử gốc tự do DPPH với các hợp chất có hoạt tính sinh học như acid ascorbic, polyphenol và flavonoid (Cai *et al.*, 2003). Do đó, các hợp chất sinh học này cao sẽ quyết định đến khả năng chống oxy hóa của sản phẩm và ở nhiệt độ 55°C là giữ được giá trị DPPH cao nhất trong sản phẩm bột từ vỏ quả thanh long ruột đỏ.



Hình 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng khử gốc tự do DPPH trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

2.3.2.7 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến màu sắc (L^* , a^* và b^*) của sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Các giá trị màu sắc của sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ phụ thuộc đáng kể vào nhiệt độ sấy được thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến giá trị màu sắc của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Nhiệt độ (°C)	L^*	a^*	b^*
50	40,74 ^c ±3,55	32,25 ^{bc} ±1,88	- 2,50 [±] 0,28
55	46,03 ^b ±0,44	35,50 ^a ±0,45	- 0,16 ^b ±0,05
60	50,51 ^a ±0,82	33,31 ^{ab} ±0,42	-1,86 ^c ±0,09
65	36,52 ^c ±2,89	30,17 ^c ±1,59	0,56 ^a ±0,06

(Ghi chú: Số liệu trung bình được so sánh bằng phép thử Duncan, các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

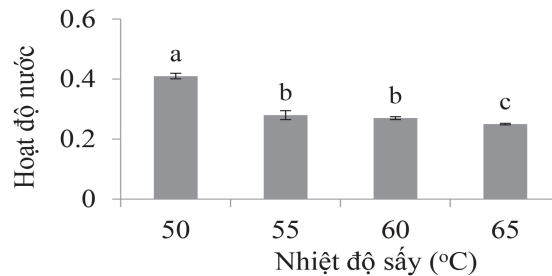
Trong Bảng 2.2, giá trị L^* càng lớn thì màu của sản phẩm càng sáng, giá trị a^* càng lớn thì màu đỏ càng thể hiện rõ rệt và giá trị càng tiến về $+b^*$ thể hiện màu vàng của sản phẩm. Dữ liệu chỉ ra rằng, màu sắc của sản phẩm bột từ vỏ quả thanh long ruột đỏ có sự tăng dần khi tăng nhiệt độ sấy. Cụ thể ở nhiệt độ 60°C , cho sản phẩm sáng nhất có giá trị L^* đạt 50,51 là cao nhất, có sự khác biệt ý nghĩa thống kê so với các mẫu sấy. Ngoài ra, khi nhiệt độ tăng giá trị a^* có xu hướng giảm xuống. Cụ thể, ở nhiệt độ $50^\circ\text{C} \div 65^\circ\text{C}$ giá trị a^* giảm từ 32,25 xuống 30,17. Việc giảm giá trị a^* là do sự giảm dần các hàm lượng betacyanin khi tăng nhiệt độ sấy.

Theo Đào Thị Mỹ Linh và cộng sự (2018) cũng cho thấy, khi tăng nhiệt độ sấy lên hàm lượng betacyanin sẽ giảm, dẫn đến bột nhạt màu cụ thể giá trị a^* giảm. Kết quả này cũng tương thích với nghiên cứu của Sengkhampan và cộng sự (2013) khi sấy vỏ thanh long ở nhiệt độ $60 \div 80^\circ\text{C}$. Do đó ở nhiệt độ 60°C , các thành phần vitamin C, betacyanin cũng như ẩm bị thất thoát nhiều trong quá trình sấy, dẫn đến màu của bột nhạt đi và không đảm bảo sáng màu. Ở nhiệt độ 55°C là tối ưu nhất đảm bảo màu sắc của sản phẩm bột từ vỏ quả thanh long ruột đỏ.

2.3.2.8 Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến hoạt độ nước trong sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Hoạt độ nước của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ sấy ở các nhiệt độ khác nhau được thể hiện ở Hình 7. Hoạt độ nước của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ có sự giảm dần khi tăng nhiệt độ sấy. Cụ thể dao động từ 0,41 xuống 0,25 có sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$). Với sự gia tăng nhiệt độ sấy, bột được sấy ở nhiệt độ 65°C có a_w là thấp nhất (0,25) so với các mẫu sấy ở 50°C ; 55°C và 60°C với a_w lần lượt là 0,41; 0,27 và 0,27.

Nhiệt độ sấy càng cao càng loại được các phân tử nước tự do một cách có hiệu quả, góp phần làm giảm độ hoạt động của nước một cách đáng kể.

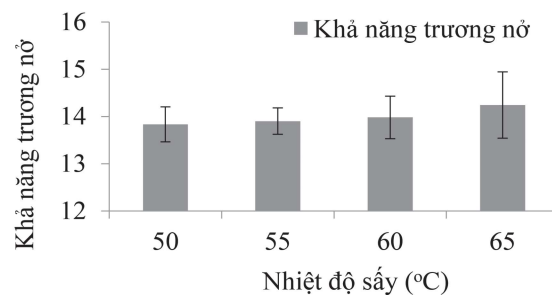


Hình 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hoạt độ nước của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

2.3.2.9 Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến khả năng trương nở của sản phẩm bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

Khả năng trương nở của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ sấy ở các nhiệt độ khác nhau được thể hiện ở Hình 8.



Hình 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng trương nở của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ

(Ghi chú: Các chữ cái khác nhau ở các thanh thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Kết quả cho thấy khả năng trương nở của bột vỏ quả thanh long ruột đỏ không bị ảnh hưởng đáng kể bởi nhiệt độ sấy. Khả năng trương nở của bột dao động trong khoảng từ 13,83 đến 14,24 và không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức 95%. Điều này cho thấy, bột từ vỏ quả thanh long sau khi sấy vẫn còn giữ được khả năng liên kết với nước và trương nở. Do đó, ở nhiệt độ sấy $50 \div 65^\circ\text{C}$ đều cho

sản phẩm bột có khả năng trương nở tốt và có thể dễ dàng ứng dụng hay phối chế vào các sản phẩm thực phẩm khác nhau.

2.3.3 Thảo luận chung

Nhiệt độ sấy ảnh hưởng lớn đến hàm lượng các hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa trong vỏ quả thanh long ruột đỏ.

Tại nhiệt độ 50°C hàm lượng vitamin C, khả năng khử gốc tự do DPPH thấp nhất và do sấy ở nhiệt độ thấp trong thời gian đã làm thất thoát lượng lớn các chất chống oxy hóa.

Tại nhiệt độ 65°C bột có độ ẩm thấp, hàm lượng vitamin C cao nhất nhưng hàm lượng polyphenol và flavonoid thấp nhất đã không giữ lại được các hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm bột vỏ thanh long ruột đỏ.

Tuy nhiên khi so sánh ở hai nhiệt độ 55°C và 60°C thì ở mẫu bột 55°C đạt cao nhất về các chỉ tiêu như betacyanin,

polyphenol, flavonoid, màu sắc và khả năng khử gốc tự do DPPH là cao nhất, có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%. Vì vậy ở nhiệt độ 55°C là tối ưu nhất cho sản phẩm bột vỏ thanh long ruột đỏ, kết quả này cũng là thông số tốt nhất để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

3. KẾT LUẬN

Qua kết quả thí nghiệm: Ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình sấy đến chất lượng bột vỏ quả thanh long ruột đỏ (*hylocereus polyrhizus*), tìm ra nhiệt độ tối ưu nhất là 55°C giữ được màu sắc cũng như hàm lượng dinh dưỡng và khả năng khử gốc tự do DPPH là tốt nhất. Trong đó hàm lượng betacyanin (181,02 mg/100g), polyphenol (0,31 mg GAE/g), flavonoid (52,55 mg QE/g) và DPPH (46,69%) trong bột vỏ quả thanh long đều cao hơn so với trong mẫu vỏ quả thanh long ruột đỏ tươi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Anderson, R., Conway, H., Pheiser, V., & Griffin, E. (1969), "Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking", *Cereal Science Today*, 14, 4e12.
- [2] AOAC, (1999), "Official methods of analysis, 17th edn", Association of Analytical Communities, Gaithersburg.
- [3] Cai, Y., Sun, M., & Corke, H. (2003), "Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae", *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(8), 2288-2294.
- [4] Zee, F. (2004), "Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear). Fruits and Nuts. Cooperative Extension Service", College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii. *Mánoa*.
- [5] Ahmad, S., Vashney, A. K. and Srivasta, P. K. (2005), "Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids", *International Journal of Food Properties*, 8(1): 89-99.
- [6] Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I. and Temur, N. (2007), "Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms", *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345.
- [7] Garau, M. C., Simal, S., Rossello, C., & Femenia, A. (2007), "Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products", *Food chemistry*, 104(3), 1014-1024.

- [8] Mahayothee, B., Udomkun, P., Nagle, M., Haewsungcharoen, M., Janjai, S. & Mueller, J. (2009), “*Effects of pretreatments on color alterations of litchi during drying and storage*”, European Food Research and Technology, 229, 329–337.
- [9] Devic, E., Guyot, S., Daudin, J.-D., & Bonazzi, C. (2010), “*Effect of Temperature and Cultivar on Polyphenol Retention and Mass Transfer during Osmotic Dehydration of Apples*”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(1), 606-614.
- [10] Choo, W. S., and Yong, W. K. (2011), “*Antioxidant properties of two species of Hylocereus fruits*”, Advances in Applied Science Research, 2, 418-425.
- [11] Tang P. Y, Woo K. K., Ngou F. H., and Ngo L. S., W.K. (2011), “*Stability of betalain pigment from red dragon fruit (Hylocereus polyrhizus)*”, American Journal of Food Technology, 6, 140-148.
- [12] Tze, N. L., Han, C. P., Yusof, Y. A., Ling, C. N., Talib, R. A., Taip, F. S., & Aziz, M. G. (2012), “*Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant*”, Food Science and Biotechnology, 21, 675-682.
- [13] De, Freitas S.T., and Mitcham E.J. (2013), “*Quality of pitaya fruit (Hylocereus undatus) as influenced by storage temperature and packaging*”, Scientia Agricola, 70, 257-262.
- [14] Youssef, KM, & Mokhtar, SM. (2014), “*Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of Portulaca oleracea L. Leaves*”, Journal of Nutrition & Food Sciences, 4 (6), 1.
- [15] Choudhury, M. Bad Waik, L, Borah P.K Sit N and Peka. (2015), “*In fhurna of bamboo shoot powder fortifi cation on physico-chemical, textural & organo kptic characters of biscuit*”, Tournal of food sciene & technolgy, 52, 6742 – 6748.
- [16] Wong, Y. and Siow, L. (2015), “*Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on etacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) juice and concentrate as models*”, Journal of Food Science and Technology, 52, 3086 - 3092.
- [17] Salleh R. M., Ying T. L. and Mousavi L. (2017), “*Development of Fruit Bar Using Sapodilla (Manilkara Zapota L.)*”, Journal of Food Processing and Preservation, 44, e12806.
- [18] Dhiman, AK., Thakur, P., Attri, S., Kathuria, D., & Ramachandran, P. (2020), “*Utilization of Ripe Pumpkin (Cucurbita moschata) for the Development of Fruit Bar*”, Curr J Appl Sci Technol, 63-73.
- [19] Nguyen, QV & Chuyen, HV. (2020), “*Processing of Herbal Tea from Roselle (Hibiscus sabdari a L.): Effects of Drying Temperature and Brewing Conditions on Total Soluble Solid, Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Sensory Quality*”, Beverages, 6(1), 2.
- [20] Yap, J. Y., Hii, C. L., Ong, S. P., Lim, K. H., Abas, F., & Pin, K. Y. (2020), “*Effects of drying on total polyphenols content and antioxidant properties of Carica papaya leaves*”, Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(7), 2932-2937.
- [21] Jalgaonkar, K., Mahawar, M. K., Bibwe, B., and Kannaujia, P. (2022), “*Postharvest profile, processing and waste utilization of dragon fruit (Hylocereus Spp.): A review*”, Food Reviews International, 38, 733-759.